

Aus der Fachrichtung Histologie
und Embryologie im Fachbereich
Veterinärmedizin der
Freien Universität Berlin

KORROSIONSANATOMISCHE UNTERSUCHUNGEN
AN DER PLACENTA FETALIS
DES ELEFANTEN

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Veterinärmedizin
durch den Fachbereich Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Wolfgang Kerl

Tierarzt aus Berlin

Berlin 1973
J.Nr. 819



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Fachrichtung Histologie
und Embryologie im Fachbereich
Veterinärmedizin der
Freien Universität Berlin

KORROSIONSANATOMISCHE UNTERSUCHUNGEN
AN DER PLACENTA FETALIS
DES ELEFANTEN

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Veterinärmedizin
durch den Fachbereich Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Wolfgang Kerl

Tierarzt aus Berlin

Berlin 1973
J.Nr. 819

Gedruckt mit Genehmigung
des Fachbereichs Veterinärmedizin der
Freien Universität Berlin



Vorsitzender: Prof. Dr. H. -J. Sinell
Referent: Prof. Dr. E. Künzel
Korreferent: Prof. Dr. H. G. Lemtis

Tag der Promotion : 11.7.1973

INHALTSÜBERSICHT

=====

	<u>Seite</u>
I. Einleitung	1
II. Literaturübersicht	2
III. Material	5
IV. Methodik	5
A. Vorbemerkungen	5
B. Versuchsvorbereitungen	6
C. Versuchsablauf	7
D. Kritik der Methodik und ihrer Ergebnisse	9
V. Eigene Untersuchungen	11
A. Das nichtinjizierte Präparat	11
B. Die Korrosionspräparate	13
1. Der Plazentarebereich als Ganzes	13
2. Die Gefäßregionen	14
a. Nabelstranggefäße und basale Hauptgefäßlage	14
b. Die Labyrinthregion	18
c. Die Verbindungsregion	20
d. Die Randwulstregion	21
VI. Diskussion	22
VII. Zusammenfassung	27
VIII. Abbildungen	28
IX. Literaturverzeichnis	50

I. EINLEITUNG

=====

Untersuchungen an der Elefantenplazenta wurden relativ häufig vorgenommen. Sie reichen von der einfachen Beschreibung bis zur eingehenden histologischen Bearbeitung. Die Deutung der Plazentaform sowie ihre Eingruppierung innerhalb der Plazentalier stehen überwiegend im Mittelpunkt der Arbeiten. Weniger Beachtung findet die Angioarchitektur der Placenta fetalis, insbesondere das Gefäßsystem des sogenannten Plazentarbereiches.

Prof. Künzel wurden durch Vermittlung von Prof. Lemtis die von Prof. Fauvet im Laufe mehrerer Jahre im Zoologischen Garten Hannover gesammelten Nachgeburten von Großwild zur Verfügung gestellt. Ich habe davon 4 Elefantenplazenten bearbeitet. Das tiefgefroren konservierte Material sollte von mir korrosionsanatomisch dargestellt werden, da es eine andere Bearbeitung nicht zuließ und korrosionsanatomische Untersuchungen auch noch nicht vorliegen.

II. LITERATURÜBERSICHT

=====

Die ersten Untersuchungen an den Eihäuten eines indischen Elefanten (*Elephas indicus*) etwa aus der Mitte der Tragzeit stammen von Owen (1857). Er beschreibt einen langgestreckten Chorionsack mit einem ringförmigen Plazentareich, der durch zwei gegenüberliegende Einschnitte in "zwei Hälften" geteilt wird. Der Nabelstrang enthält eine V. umbilicalis und zwei Aa. umbilicales aus denen vier Gefäßpaare entstehen, die, nachdem sie den Rand der Plazenta erreicht haben, sich im Plazentakörper und der inneren Chorionoberfläche verzweigen. Chapman (1880/1899) beschreibt die reife Plazenta eines indischen Elefanten. Auf dem durchgehenden Plazentagürtel konnte er keine Einschnitte feststellen. Der Nabelstrang pflanzt sich mit zwei starken Gefäßpaaren marginal in die Plazenta ein, während zwei schwache Paare in der Mitte ansetzen. Einige Gefäße ziehen durch die ganze Tiefe der Gürtelzone, andere dringen nur bis zur Hälfte oder bis zu einem Drittel ein und enden in Schleifen. Beddard (1902) schreibt über die Eihäute einer ausgewachsenen Fehlgeburt von *Elephas indicus* aus dem Zoologischen Garten London, daß eine Gürtelplazenta ausgebildet ist, die in drei Abteilungen gegliedert ist. Die Nabelstranggefäße setzen hauptsächlich an einem Gürtelabschnitt an und ziehen von dort aus zu den beiden anderen Gürtelteilen. Erste ausführliche histologische Untersuchungen an Teilen der von Beddard beschriebenen reifen Plazenta sowie an dem seit 50 Jahren in Spiritus konservierten Präparat Owen's führen Assheton und Stevens (1905/1906) durch. Sie teilen den Gürtel der geburtsreifen Plazenta in drei "gegeneinander gut abgesetzte" übereinander gelegene Regionen ein. Von der inneren Oberfläche der Plazenta ausgehend sei zunächst eine Bindegewebsschicht ausgebildet, die fetale Blutgefäße enthält. Es folgt als dickste die mittlere Schicht aus einem Gewirr von fetalen und

maternen Blutkanälen und schließlich die mehr materne Oberfläche, entlang der die Lösung zwischen Nachgeburt und Uterus vor sich ging. Eine große Anzahl vielzweigiger, plattenartiger Zottenäste ziehen vom Chorion aus in alle Richtungen. Die Endigungen dieser Zotten erscheinen "proximal blattartig" und "distal gelappt". Abgerissene, noch längere Zotten seien möglicherweise in der Uteruswand verblieben. Anlässlich der Geburt eines indischen Elefanten im Berliner Zoologischen Garten hatte Boecker (1908) Gelegenheit, histologische Studien an einer ringförmigen Plazenta vorzunehmen. Er erbrachte den histologischen Beweis für die bislang behauptete Deciduanatur der Elefantenplazenta. Über das Verzweigungssystem der Allantoisgefäße sagt Boecker aus, daß sie sich flächenhaft ausbreiten und das Bindegewebe wulstartig emporheben. Einzelheiten über den Gefäßverlauf innerhalb des Allanto-chorions beschreibt erstmals Bittner (1929). Die von ihm untersuchte Nachgeburt eines indischen Elefanten wies in der Gürtelzone eine der Gefäßeinpflanzung gegenüberliegende Einschnürung auf, an der sich zwei in den Gürtelrand eingebettete, parallel verlaufende Ringgefäße überkreuzten. Bittner vergleicht seine Befunde eingehend mit denen der vorgenannten Autoren und erklärt sich die unterschiedlichen Angaben bezüglich der Form des Plazentagürtels mit dem schlechten Zustand früherer Präparate. In einer Arbeit über die Fortpflanzung des afrikanischen Elefanten (*Loxodonta africana*) erwähnt Perry (1952), daß sich die Plazenta nicht in der Form eines geschlossenen Gürtels um den Chorionsack ausbreitet, sondern in 2 oder 3 Teilen getrennt vorliegt. Den Untersuchungen lagen jedoch keine geburtsreifen Plazenten zugrunde. Cooper, Connell und Wellings (1964) berichten von den geburtsreifen Plazenten zweier indischer Elefanten aus dem Zoologischen Garten Portland. Sie stellen fest, daß die plazentare Zone, im Gegensatz zu den Beschreibungen früherer Autoren, nicht aus einem zusammenhängenden Abschnitt besteht. Der Gürtel

des einen Tieres wurde aus einem kleinen und einem großen Plazentalobus gebildet, die voneinander 5 cm bzw. 12 cm getrennt waren, der des anderen Tieres war dagegen nur einmal durch ein freies Stück von 15 cm unterbrochen. Von den 4 "arterio-venösen Gefäßpaaren" verteilten sich zwei im Randgebiet und zwei in der Mitte des "Zottenringes". Genauere Angaben über die weitere Aufgliederung der starken Gefäße liegen nicht vor. Eingehende Untersuchungen an den bislang besterhaltenen Plazenten des afrikanischen Elefanten führten Amoroso und Perry (1964) durch. Das Material bestand aus 8 trächtigen Uteri in unterschiedlichen Entwicklungsstufen. Sie fanden, daß das Chorion frondosum sich manchmal vollständig um den Chorionsack ausbreitet, also einen geschlossenen Gürtel darstellt, in der Mehrzahl der Fälle jedoch an 2 oder 3 Stellen unterbrochen ist. Hierbei werden die Zottenzonen zu mehr oder weniger langgestreckten Bezirken eingeengt. Differenzierte histologische Untersuchungen beziehen sich überwiegend auf frühe Entwicklungsstadien der Plazenta. Sie beschreiben in der reifen Plazenta "intra-epitheliale" Kapillaren innerhalb des Labyrinths (hier: syncytiotrophoblastische Zone), die im letzten Abschnitt der Tragzeit zustande kommen, indem sich durch die Zunahme der Kapillardichte das fetale Stroma verringert und die Kapillaren durch Einkerbungen des Syncytiotrophoblasten einen intra-epithelialen Verlauf nehmen. Sie erlangen größere Bedeutung als Austauschorgan zwischen Mutter und Fetus als irgendeine andere Möglichkeit. In der jüngsten Literaturangabe über die Struktur einer unreifen und einer geburtsreifen Plazenta von *Loxodonta africana* unterscheiden Ludwig und Baur (1967) ein endotheliochoriales Labyrinth, eine hämochoriale Randzone und eine paraplazentare epitheliochoriale Zone mit Stummelzotten.

III. MATERIAL

=====

Es wurden 4 Elefantennachgeburten untersucht, die in der Zeit von 1968 bis 1971 anfielen.

Indischer Elefant (<i>Elephas indicus</i>)	geb. Februar 1968 (E 2)
Afrikanischer Elefant (<i>Loxodonta africana</i>)	geb. Juni 1968 (E 1)
Indischer Elefant (<i>Elephas indicus</i>)	geb. Juni 1970 (E 4)
Indischer Elefant (<i>Elephas indicus</i>)	geb. Mai 1971 (E 3)

(Die Nachgeburt des indischen Elefanten E 4 war in 5 Einzelteile zerrissen.)

Die Präparate hatten ein durchschnittliches Gewicht von 20 kg und waren tiefgefroren. Transport und Lagerung haben sich für die Injektion offenbar nicht schädigend ausgewirkt. Bei der Geburt und der Ausstoßung der Nachgeburt wurde das Material teilweise stark beschädigt, so daß eine vollständige Injektion nicht mehr möglich war.

IV. METHODIK

=====

A. Vorbemerkungen

Die Herstellung von Korrosionspräparaten von der Elefantenplazenta stellt durch deren Größe naturgemäß besondere Anforderungen. Herkömmliche Injektionsapparaturen und Geräte waren für diese Ausmaße ungeeignet, wie zahlreiche Vorversuche mit Nachgeburten vom Rind ergaben. Bei diesen Versuchen erprobte Injektionsmittel wie "Tensol"-Zement Nr. 7, einem kaltpolymerisierenden Acryl-Harz¹⁾ sowie mit dem von Schummer 1935 für korrosionsanatomische Zwecke eingeführten "Plastoid", einer polymerisierbaren Vinylverbindung²⁾, erfüllten nicht die erhofften Erwartungen, da ein Stoff

1) hergestellt von Imperial Chemical Industries Ltd. (ICI), England.

2) hergestellt von der Firma Röhm u. Haas, Darmstadt.

gefunden werden mußte, der

1. wegen der schlechten Transportfähigkeit des Präparates möglichst unempfindlich gegen äußere Einflüsse wie Licht, Feuchtigkeit und Temperatur ist,
2. aufgrund der benötigten großen Menge leicht in einer Viskosität herstellbar ist und verbleibt, wie sie für die relativ lang dauernde Injektion notwendig ist und
3. bei dem die Polymerisationszeit möglichst lang ist.

Diese Voraussetzungen erfüllte weitgehend der 2-Komponenten-Kunststoffkleber "Resarit"¹⁾, ein klares, visköses Kunstharz, das durch Zusatz eines Katalysators zur Härtung gebracht wird. Für die Einfärbung der Injektionsmasse benutzten wir "Crystic Pigment Paste"²⁾ rot (Arterien) und blau (Venen), einen hochdispersen, kräftigen Farbstoff.

B. Versuchsvorbereitung

Das tiefgefrorene Material wird möglichst langsam zum Auftauen gebracht, um ein Zerspringen des Eisblockes und damit Geweberisse zu vermeiden. Die meist starke Verschmutzung durch Stalleinstreu und Blutreste beseitigten wir durch mehrmaliges Spülen. In eine mit ca. 20°C wassergefüllte Versuchswanne (Maße 150-70-60 cm) lassen wir nun die Eihäute überschwappen. Um Verletzungen der Präparate auszuschließen, können sämtliche Behandlungen und Untersuchungen nur unter der Wasseroberfläche vorgenommen werden. Weitere sichtbehindernde Eintrübungen des Wassers durch Blut werden durch Abpumpen und Frischwasserzulauf beseitigt. Nun kann durch die Austrittsöffnung des Fetus im Chorion der Nabelstrang aufgesucht werden. Um die beiden Nabelvenen getrennt injizieren zu können, wurden sie kurz vor ihrer Vereinigung durchtrennt. In die 4 Umbilicalgefäße werden eigens hierfür geblasene 10 cm lange Glaskanülen mit Endoliven (Innendurchmesser 0,5 cm) eingebunden.

1) hergestellt von der Firma Resart-IHM AG, Mainz.

2) hergestellt von der Firma Scott Bader u. Co Ltd., Northhamptonshire, England.

Die Endoliven sollen das Herausrutschen der Kanüle bei höherem Druck verhindern.

Die Injektionsapparatur (Abb.1) besteht aus einer Pressluftflasche, der ein Druckminderer mit Manometer aufgesetzt ist. Von hier aus führt ein Gummidruckschlauch von 1 m Länge und einem Innendurchmesser von 9 mm zu einem Metalldruckgefäß¹⁾ (Fassungsvermögen 11,5 l). Der Behälter hat eine obere Einfüllöffnung mit manuell bedienbarem Luftablaßventil, eine Einlaß- und eine Auslaßöffnung mit entsprechenden Ventilverschlüssen. Im Inneren des Druckgefäßes führt vom Boden her ein Steigrohr zum Auslaßstutzen. Die Verbindung des Auslaßventils mit den Glaskanülen an der Plazenta erfolgt ebenfalls durch einen Druckschlauch. Alle 4 Anschlußverbindungen der Schläuche werden mittels Metallschellen befestigt.

Um in der späteren Härtungsphase annähernd die natürliche Form der Eihäute zu erhalten, füllen wir sie mit wassergefüllten Plastiksäcken von entsprechenden Größen aus. Die Rißstellen werden locker zusammengeheftet und der Nabelstrang möglichst der natürlichen Lage entsprechend gelagert.

C. Versuchsablauf

Zunächst wird jedes Umbilicalgefäß an die Apparatur angeschlossen und vorsichtig Luft eingeblasen. Dies hat erstens den Zweck, die großen Gefäße auf ihre Durchlässigkeit hin zu prüfen und gegebenenfalls freizumachen (Blutkoagula könnten die vollständige Injektion hindern), und zum anderen zeigen aufsteigende Luftblasen je nach Größe den Umfang von Gefäßdefekten an. Durch Abklemmen der Gefäße mit Hilfe von Arterienklemmen entsprechender Größen kann so einem starken Verlust von Injektionsmaterial im späteren Versuch vorgebeugt werden. Den unvermeidlichen Verlusten muß mit entsprechendem Reservematerial begegnet werden. Es wurden für das Arteriensystem eine "Resarit"-Menge von durchschnittlich

1) hergestellt von der Firma The Cornelius Co., Anoka, Minn., USA.

2500 ml, für das Venensystem 3000 ml vorbereitet. Die tatsächlich injizierte Menge im arteriellen Abschnitt betrug etwa 1300 - 1600 ml, im venösen Abschnitt etwa 1700 - 2000 ml. Nach gründlicher Durchmischung des "Resarits" mit Farbstoff wird ein entsprechender Prozentsatz Katalysator zur Einleitung der Polymerisation zugesetzt. Vorversuche haben gezeigt, daß bei einer Beimischung von 0,7 - 1,0 % Härter der Polymerisationsvorgang nach einer $3/4$ Stunde bis 1 Stunde einsetzt. Ist die erste Gefäßkanüle angeschlossen, wird das Druckgefäß mit der gutvermischten Injektionsmasse gefüllt und verschlossen. Solange das visköse Material nur innerhalb der Apparatur fließt, wurde aus Zeitersparnis mit einem Anfangsdruck von $3 - 4 \text{ kp/cm}^2$ gearbeitet. Nach Erscheinen des "Resarits" in der Glaskanüle, wurde der Druck auf etwa 1 kp/cm^2 reduziert. Sofern keine großen Gefäßrupturen ersichtlich sind, kann der Druck später langsam bis auf ca. 3 kp/cm^2 angehoben werden. Die kräftigen Farben ermöglichen es, die fortschreitende Injektion mit dem Auge zu verfolgen, und erleichtern das Auffinden von Gefäßrissen, die jedoch insbesondere auf der Innenseite schlecht abzuklemmen sind. Mittels einer Klemme am Schlauch kann der Resaritfluß per Hand nach Bedarf gedrosselt oder unterbrochen werden. Nach ca. 15 Minuten wird der Schlauch an die Kanüle des anderen gleichartigen Nabelgefäßes angeschlossen. Mit den beiden anderen Umbilicalgefäßen wird entsprechend verfahren. Im Anschluß an die Injektion werden die Gefäße abgebunden. Die Reinigung der Apparatur und der Instrumente erfolgt durch mehrmaliges Spülen mit reinem Benzol.

Das Präparat bleibt zur sicheren Härtung ca. 10 Stunden liegen. Um das nach der Korrosion später in Kalilauge liegende Präparat herausheben zu können, wird ein plastiküberzogener Maschen- draht einer Breite von 140 cm so unter die Plazenta geführt, daß er bis auf die Längswände der Innenwanne völlig anliegt. Geschieht dies vor der Injektion, läuft man Gefahr, daß durch herabtropfen-

des "Resarit" das Drahtgeflecht später vom Wannenboden nicht mehr zu lösen ist. Die wassergefüllten, formgebenden Plastiksäcke im Innern des Präparates werden entleert und durch die wiedergelösten Heftstellen der Austrittsöffnung entfernt. Das Wasser wird nun soweit abgepumpt, daß es das Präparat gerade noch trägt. Je nach Umfang der Nachgeburt und der damit verbleibenden Wassermenge ergibt sich der notwendige Zusatz an Kalilauge, um die erforderliche Konzentration für die Mazeration zu erreichen. Es waren durchschnittlich 150 l 38 % KOH (rein) nötig. Die Mazeration dauert etwa 24 Stunden.

Der mittels Quer- und Längsleisten zum Gestell stabilisierte Draht kann nun mit Hilfe einer Aufzugsvorrichtung mitsamt dem Präparat aus der Wanne gehoben werden. Abschließend wird das Präparat im Drahtgestell hängend vorsichtig mit einer Handdusche von allen Seiten abgespült. Die Gefäßausgüsse werden dadurch von restlichen Gewebeteilen und Kalilauge befreit.

D. Kritik der Methodik und ihrer Ergebnisse

Probleme ergaben sich vor allem durch die Größe der Präparate. Die Wiederherstellung der natürlichen Gesamtform der Eihäute gelang im Korrosionspräparat nur bedingt. Die Plazentarezonen wurden fast ausnahmslos vollständig injiziert (Abb. 3a-c). Dagegen konnten die Gefäße der beidseitig dieser Zone liegenden Gebiete nur sehr unzureichend dargestellt werden; Verletzungen der Gefäße besonders bei der Geburt an der Austrittsöffnung des Fetus hatten zur Folge, daß ganze Partien uninjiziert blieben. Da die Beurteilung eines Gefäßsystems mit Hilfe der Korrosionspräparation letztlich Vollständigkeit voraussetzt, mußte von der Beschreibung dieser Eihautabschnitte abgesehen werden.

Das "Resarit" dringt bis in die Kapillargebiete vor. Durch den hohen Viskositätsgrad des Kunststoffes und der Größe des vielverzweigten Gefäßsystems der Placenta fetalıs mußte der Zeitpunkt

der Polymerisation mit Injektionsdruck und -dauer abgestimmt werden. In Vorversuchen an Rinderplazenten wurde der Grenzbe-
reich ermittelt, in dem es gerade noch zur Polymerisation und
damit Härtung des Kunststoffes in den Nabelstranggefäßen kam.
Dies erfolgte durch unterschiedlichen Zusatz von Härter bei gleich-
bleibendem Druck niedriger Werte. Da sich hieraus aber eine sehr
lange Injektionszeit ergab - erfahrungsgemäß setzte die Härtung in
den kleinen Gefäßen früher ein - war der Druck für eine vollständige
Injektion die einzig variable Größe. Daher mußte mit einem Druck
gearbeitet werden, der den physiologischen Druck in den Gefäßen
weit übertraf. Dazu sei bemerkt, daß die Viskosität des "Resarits"
und der Fluß durch die Apparatur zu einer weitgehenden Druckmin-
derung gegenüber dem angelegten Pressluftdruck führten.

Durch die stark gedehnten Gefäßwände erhielten die Gefäßausgüsse
überwiegend runde Form (Abb.15). Von einer Aussage über die
Innenauskleidung der Gefäße oder über wechselnde Gefäßlumina muß
daher abgesehen werden. Dagegen erlauben die Korrosionspräparate
genaue Angaben über die Gesamtarchitektur des Gefäßsystems,
insbesondere über Länge, Verlauf und Anordnung der Gefäße zuein-
ander bis in die Kapillargebiete. Wegen fehlender Sichtkontrolle und
den sehr unterschiedlichen Entfernungen der Kapillargebiete zu den
Hauptgefäßen, war es unvermeidlich, daß eine unterschiedlich
starke Injektion über die Kapillargebiete hinaus "retrograd" er-
folgte.

Die Angaben über Durchmesser der Gefäßlumina können nicht als
absolute Maße gelten, sondern sie dienen der Orientierung über die
Größenverhältnisse. Die Kapillardurchmesser wurden unter der
Stereolupe mittels eines Okularmikrometers gemessen.

V. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

=====

A. Das nicht injizierte Präparat

Die äußere Form der 3 vollständig vorliegenden Fruchtsäcke gleicht einem mehr oder minder langen, ovoiden Sack. Durch einen in Ringform angeordneten Plazentarbereich aus Plazentomen (Plaques) ist er in 2 Polsäcke geteilt (Abb. 2a-c). Der Plazentarbereich ist nicht mittellständig angeordnet, wodurch die Polsäcke unterschiedliche Größen erhalten. Dieser Größenunterschied ist besonders bei Präparat E 3 deutlich (Abb. 2c). Die Enden der größeren Polsäcke sind kuppelartig abgerundet, die der kleineren etwas spitzer auslaufend. Die Geburtsaustrittsöffnung befindet sich beim afrikanischen Elefanten und einem indischen (E 3) im großen Polsack, bei E 2 im kleineren. Die Plazentome sind innerhalb eines ringförmigen Bereiches auf dem Chorionsack in unterschiedlichen Größen unregelmäßig verteilt. Ihre Dicke einschließlich herausragender Zottenbüschel beträgt bis zu 7 cm. Die Mittelzone, gebildet aus freien Gefäßenden und Zotten mit anhaftenden Gewebsfetzen, wird von einer dunkelbraunen Randwulstzone eingerahmt. Ihre Oberfläche ist gefeldert, die Konsistenz schwammig. An Plazentomen vorhandene Einschnürungen betreffen vorwiegend die Randzonen, die Mittelzonen bleiben in ihrer Ausdehnung meist vollständig erhalten (Abb. 8). Besonders bei E 3 ist eine Umrandung der Plazentome zu beobachten, die aus einer gelblich-braunen bröckeligen Gewebsmasse besteht (Abb. 4). In einer dünnen Schicht setzt sie sich über den gesamten Chorionsack fort. Die Schicht ist von der Unterlage leicht lösbar, so daß nur einige Bezirke erhalten blieben. Zum Ende des großen Polsackes hin erhält die Schicht eine mehr schollenartige Oberfläche (Abb. 5). Derartige Auflagerungen konnten auf dem durchweg glatten Chorionsack des afrikanischen Elefanten nicht beobachtet werden. Auf der Chorionoberfläche der beiden anderen indischen Elefanten (E 2 und E 4) waren sie abschnittsweise undeutlich ausgebildet. Die Nabelstranglängen - gemessen von der natürlichen Rißstelle bis zur Insertion auf der Innenseite der Plazentome (Abb. 6) - betrugen 85 - 105 cm.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Größenverhältnisse der Präparate.

Tabelle 1

Präparat	Fruchtsack		annäherndes Größenverhältnis der Polsäcke zueinander		Anzahl der Plazentome	Größe der Plazentome H=Hauptpl. N=Nebenpl.	Abstände der Plazentome voneinander	Nabelstrang- länge
	Gesamt- länge	größter Durch- messer	großer P.	kleiner P.				
E 1	175cm	75cm	6	: 5	3	H=49x31cm N=45x34cm N=35x26cm	15-14-6cm	95cm
E 2	155cm	61cm	7	: 5	3	H=46x30cm N=45x19cm N=23x40cm	25-17-7cm	100cm
E 3	165cm	63cm	7	: 1	2	H=62x25cm N=33x26cm	30-4cm	85cm
E 4	-	-	-	-	4	H=42x27cm N=45x22cm N=43x36cm N=28x22cm	-	105cm

B. Die Korrosionspräparate

1. Der Plazentarbereich als Ganzes

Die Plazentome haben annähernd runde oder ovale bis langgestreckte Form. Größe, Gruppierung sowie der Abstand der Plazentome voneinander variiert wie ihre Anzahl (vgl. Tabelle 1). Die beim indischen Elefanten am Frischpräparat zu beobachtenden Einschnürungen sind auch am Korrosionspräparat deutlich. Durch die Einschnürungen entstehen mitunter selbständige Gefäßversorgungsabschnitte. Die Aufteilung der Nabelstranggefäße erfolgt unterschiedlich in "Hauptgefäße". Von diesen Hauptgefäßen aus werden die Plazentome versorgt. In ein Plazentom pflanzt sich stets die Mehrzahl der Nabelstranggefäße ein. Ich bezeichne es daher als Hauptplazentom. Von ihm aus ziehen Versorgungsäste zu den anderen Plazentomen, die Nebenplazentome genannt werden.

Beim afrikanischen Elefanten sind ein mittelständiges Hauptplazentom und zwei Nebenplazentome ausgebildet. Da die beiden Nebenplazentome untereinander keine Verbindung über versorgende Gefäßbrücken haben, gleicht der Plazentarbereich mehr der Form einer Spange oder Zwinge als der eines Gürtels (Abb. 7 u. 9). Die beiden Nebenplazentome haben dadurch eine endständige Stellung.

Die Plazenta des indischen Elefanten E 2 weist die gleiche Spangenform auf (Abb. 10). Das Hauptplazentom kann aufgrund einer tiefen Einschnürung in zwei Teile gegliedert werden. Der eine Teil wird durch weitere Einkerbungen in drei Unterabschnitte geteilt, und zwar in einen Mittelteil, in ein apikales, fast rundes Kleinplazentom sowie in einen seitlich anliegenden länglichen Plazentomabschnitt. Die beiden endständigen Nebenplazentome haben nierenförmige bzw. ovoid langgestreckte Form.

Beim indischen Elefanten E 3 ist das in der Mitte eingeschnürte, sehr langgestreckte Hauptplazentom über eine starke Gefäßbrücke mit großem Abstand und über eine schwächere Gefäßbrücke mit kleinem Abstand mit dem Nebenplazentom verbunden (Abb. 11). In diesem Falle ist daher treffender von einer unvollständigen Gürtelform zu sprechen.

Präparat E 4 (*Elephas indicus*) hat vier Plazentome. Durch starke Beschädigung war die Anordnung der Plazentome jedoch nicht rekonstruierbar, so daß nicht geklärt ist, welche Lagebeziehung zwischen ihnen bestand. Auch hier finden wir ein Plazentom mit Einschnürungen, wodurch es magenähnliche Gestalt erhält (Abb. 14). Die übrigen drei Plazentome sind rundlich bis oval.

2. Die Gefäßregionen der Plazenta

Das Gefäßsystem der Placenta fetalis des indischen und afrikanischen Elefanten läßt sich in vier Regionen¹⁾ gliedern (Abb. 12). Von der Allantoisseite ist die Aufteilungszone der Nabelstranggefäße als basale Hauptgefäßlage (1) eines jeden Plazentoms ausgebildet. Es schließt sich die Gefäßregion des Labyriths (2) an, die ich in eine Mittel-(a) und Randregion (b) unterteile. Es folgt die Verbindungsregion (3), die die stärkste Verhaftung mit der Uterusschleimhaut einzugehen scheint. Uteruswärts über der Labyrinthrandregion breitet sich abschließend die dünne Gefäßregion des Randwulstes (4) aus.

a. Nabelstranggefäße und basale Hauptgefäßlage

In Höhe der natürlichen Rißstelle des Nabelstranges sind bei allen vier Präparaten eine V. umbilicalis und zwei Aa. umbilicales ausgebildet. Kurz vor der Rißstelle erfolgt die Teilung der V. umbilicalis in die beiden Stammgefäße. Jedes der Nabelgefäße (2 Vv. und

1) Mit "Region" werden die Abschnitte eines Querschnittes durch die Tiefe der Plazentomkörper, mit "Zonen" ihre Oberfläche bezeichnet.

2 Aa. umbilicales) teilt sich im ersten Drittel des Nabelstranges, so daß insgesamt vier Nabelstranggefäßpaare¹⁾ entstehen²⁾. Diese teilen sich je nach Anzahl und Größe der Plazentome unterschiedlich auf. Die Hauptaufzweigungen breiten sich auf der Allantoisseite eines jeden Plazentoms flächenhaft aus und werden zur basalen Hauptgefäßlage. Man kann sagen, die Plazentome liegen je auf einer Hauptgefäßplatte, die aus einem Gefäßnetz dicker Arterien und Venen besteht. Die im Nabelstrang gemeinsam verlaufenden Gefäßpaare trennen sich nach der Insertion auf der plazentaren Hauptgefäßlage und die Arterien und Venen verzweigen sich hier unabhängig voneinander. Von der basalen Hauptgefäßlage senken sie sich in den Plazentomkörper ein (Abb. 15) und werden zu Stammgefäßpaaren der Labyrinth- und Verbindungsregion. Erst an der Grenze zur Labyrinthregion finden sich die durch weitere Verzweigungen im Kaliber stark verjüngten Gefäße wieder zu einzelnen Gefäßpaaren zusammen. Am Rande der Plazentome entspringen aus den Gefäßen der Hauptgefäßlage Versorgungszweige für die Polsäcke (Abb. 16), deren Darstellung nur sehr unzureichend gelang.

Die beiden Nabelstrangarterien des afrikanischen Elefanten haben einen Durchmesser von 9,4 mm und 9,9 mm, die beiden Nabelstrangvenen - in gleicher Höhe gemessen - 15,2 mm und 18,7 mm. An den Eintrittsstellen zur basalen Hauptgefäßlage liegen die Durchmesser der Arterien zwischen 5,6 mm und 9,7 mm, die der Venen zwischen 6,5 mm und 17,5 mm. Das Hauptplazentom wird direkt von allen vier Nabelstranggefäßpaaren versorgt (Abb. 9). Zwei Gefäßpaare pflanzen sich mittelständig, zwei randständig ein. Das eine Nebenplazentom (Abb. 9) erhält seine Versorgung über zwei Gefäßpaarbrücken vom Hauptplazentom aus. Ihre Arterien und Venen bilden innerhalb der Hauptgefäßlage jeweils Anastomosen miteinander (Abb. 16). Das zweite Nebenplazentom

1) Gefäßpaare bestehen aus einer Arterie und einer Vene.

2) Ohne Rücksicht auf die Blutstromrichtung schildere ich den Gefäßverlauf vom Nabelstrang aus plazentawärts.

erhält den direkten Zufluß eines Nabelstranggefäßpaares, das sich in Richtung der Längsachse des Plazentoms verästelt (Abb. 9 u. 17).

Die Durchmesser der beiden Aa. umbilicales beim indischen Elefanten E 2 betragen 10,1 mm und 12,4 mm, die entsprechenden Durchmesser der Vv. umbilicales messen 16,4 mm und 16,9 mm. Die Nabelstrangarterien sind bei der Einpflanzung in die basale Hauptgefäßlage 4,9 mm bis 9,3 mm stark, die Venen 7,5 mm bis 15,1 mm. Die Aufgliederung der vier Nabelstranggefäße ist vielzweigig und im Vergleich zum afrikanischen Elefanten sehr unterschiedlich ausgebildet (Abb. 10). Das Hauptplazentom erhält Zuflüsse von fünf Nabelstranggefäßpaaren. Zwei starke Gefäßpaare pflanzen sich jeweils mittelständig in die durch eine Einschnürung entstandenen zwei Plazentomhälften ein. In der nicht weiter untergliederten Hälfte breitet sich das Gefäßpaar fingerförmig in Längsrichtung aus. Beide Teile erhalten weiterhin Zuflüsse von je einem schwächeren Paar mit marginalen Insertionsstellen. Ihre Gefäße anastomosieren innerhalb der Hauptgefäßlage. Das fünfte Gefäßpaar versorgt den eingekerbten Seitenabschnitt und das apikale rundliche Kleinplazentom der zweiten Hälfte des Hauptplazentoms. Das Kleinplazentom hat zum Hauptplazentom lediglich Verbindung über einige kleinkalibrige Gefäßbrücken in der Hauptgefäßlage. In den tiefen Gefäßregionen bestehen keine Verbindungen zum Hauptplazentom (Abb. 18). Das nierenförmige Nebenplazentom wird über drei Arterien und eine starke Vene versorgt. Die Arterien bilden miteinander anastomosierend einen Außenring, von dem aus die inneren Abzweigungen in die Plazentommitte ziehen. Die äußeren Abzweigungen stellen - uteruswärts ziehend - Gefäße der Randwulstregion. Die Vene gliedert sich von der Mitte baumartig auf. Das langgestreckte zweite Nebenplazentom erhält zwei arterielle Hauptzuflüsse, die es marginal verlaufend umspannen. Über fast das halbe Plazentom ziehen Queranastomosen dieser Arterien. Zwischen ihnen verlaufen in gleicher Richtung Äste einer starken Vene.

Das sehr langgestreckte Hauptplazentom von E 3 (Elephas indicus) (Abb. 11) ist durch eine fast vollständige Abschnürung in zwei etwa gleichgroße Abschnitte geteilt. Die beiden Nabelarterien sind 13,9 mm und 11,8 mm stark, die Venen 19,9 mm und 19,2 mm. Bei der Einpflanzung zur basalen Hauptgefäßlage betragen die Durchmesser der Nabelstrangarterien 5,4 mm bis 10,4 mm, die der Venen 7,7 mm bis 17,0 mm. Die vier Nabelstranggefäße entlassen insgesamt fünf Gefäßpaare in die beiden Hauptplazentomhälften. Eines der beiden starken Gefäßpaare breitet sich vollständig über die Innenseite der einen Plazentomhälfte aus und gibt Zuflüsse in Form schwacher Gefäßbrücken an das eine Ende des Nebenplazentoms ab. Vor seiner Einpflanzung entläßt es ein Paar wesentlich geringeren Kalibers, das sich genau in Höhe der Einschnürung verästelt. Das zweite starke Gefäßpaar gibt auf der anderen Hälfte des Hauptplazentoms ein mittelstarkes Gefäßpaar ab und zieht danach mit kaum verringertem Kaliber an das andere Ende des Nebenplazentoms. Neben dem mittelstarken Zufluß erhält diese Hälfte des Hauptplazentoms zwei weitere gleichfalls randständige Paare. Das einzelne Nebenplazentom wird von den beiden starken Gefäßpaaren anteilmäßig im Verhältnis 1 : 5 versorgt.

Die fraktionierte Injektion des in vier Einzelplazentomen vorliegenden Präparates E 4 (Elephas indicus) führte zu weitgehend unvollständiger Darstellung. Eines der Plazentome ist aber zumindest im Bereich der basalen Hauptgefäßlage gut injiziert (Abb. 19). Die Anlage der Gefäße und die Form des Plazentoms lassen auf das Vorliegen eines endständigen Nebenplazentoms schließen.

Ein Vergleich der basalen Hauptgefäßlage aller Präparate ergibt keine gefäßarchitektonischen Gesetzmäßigkeiten oder Regelmäßigkeiten. Vielmehr erscheint im Rahmen einer zweckmäßigen Vaskularisation der Plazenta jedmögliche Variante gegeben. Wiederholt erscheint aber ein Verzweigungsbild, das sowohl bei Arterien, als auch bei Venen vorkommt. Es handelt sich um Gefäße mittel-

starken Kalibers, die bogenförmig verlaufen. In ihrer Konvexität geben sie rechtwinkelig in dichter Folge Gefäße ab, während die konkave Seite fast frei von Abgängen bleibt (Abb. 21). Diese fingerförmigen Verzweigungen in der Hauptgefäßlage sind bei *Loxodonta africana* häufiger und deutlicher. Auffällig ist die Erhabenheit der großen Gefäße über der Gefäßlage. Daraus ergibt sich für die in den Plazentomkörper ziehenden Abzweigungen, daß ihre Abgangsstellen nicht streng seitlich liegen, sondern mehr plazentaseits sitzen (Abb. 20). Sie sind vergleichbar mit in der Erde verankerten Wurzeln. Die Verzweigungswinkel der Gefäßabgänge sowie die Abgangsfolge sind stets unregelmäßig. Im venösen Gefäßsystem fallen wiederholt Anastomosen auf, wodurch ein regelrechtes Venennetzwerk gebildet wird. Im übrigen lassen das arterielle und venöse Gefäßsystem im Bereich der Hauptgefäßlage in ihren abwechselnden Über- und Unterkreuzungen keine wesentlichen Unterschiede erkennen.

b. Die Labyrinthregion

Die Labyrinthregion schließt sich der basalen Hauptgefäßlage distal uteruswärts an. Als Grenze gilt das Fehlen starker Gefäßkaliber (Abb. 22) und die Vereinigung der in der Hauptgefäßlage getrennt verlaufenden Arterien und Venen zu Gefäßpaaren. Die Gefäßregion des Labyrinths unterteile ich in eine Mittelregion und in eine Randregion (Abb. 12).

Die Stammgefäßpaare der Mittelregion (Durchmesser der Arterien bis 1,3 mm, der Venen bis 1,7 mm) gehen mehr oder weniger gradlinig senkrecht uteruswärts von der Hauptgefäßlage ab (Abb. 13). Mit den Endaufzweigungen ihrer Seitenäste bilden sie ein dichtes vielgestaltiges Gefäßgewirr (Abb. 23). Diese Region des Labyrinths hat - bedingt durch die Länge ihrer Stammgefäße - eine Tiefe von 3 - 4 cm. Die Stammgefäßpaare der Randregion haben wie die der Mittelregion ihren

Ursprung in der basalen Hauptgefäßlage. Durch die Ausbildung der Randwölbung unterscheiden sie sich jedoch in der Verlaufsrichtung. Die Gefäßpaare entstammen dem Plazentomrandgebiet der basalen Hauptgefäßlage und verlaufen in Richtung Plazentommitte. Dadurch entsteht grob gesehen ihre zwiebelschalenförmige Anordnung in der Randregion des Labyrinths (Abb.13). In dieser Richtung verbleibend bilden sie mit ihren Seitenästen - wie in der Mittelregion - ein dichtes Gefäßsystem aus.

Das Kapillarsystem der Labyrinthregion des afrikanischen (E 1) und indischen Elefanten (E 2, E 3) kann nicht miteinander verglichen werden.

Infolge der Brüchigkeit der Plazenta des afrikanischen Elefanten kam es offenbar im Bereich des Labyrinths zur Ruptur zuführender Gefäße, so daß nachfolgend das intervillöse mütterliche Kapillarsystem dargestellt wurde. Da dieser Kreislaufanteil der Elefantenplazenta in der Literatur bisher noch nicht beschrieben worden ist, halte ich die Demonstration für wertvoll (Abb.28 u.29).

Makroskopisch erscheinen die Endaufzweigungen beim indischen Elefanten sowohl in der Rand- als auch in der Mittelregion wie ein verfilzter Verband (Abb.24). Die Stereolupe zeigt, daß es sich hierbei um Kapillarnetze handelt, die im ganzen wie in sich verdrehte und gewellte Blätter aussehen (Abb.25-27). Diese Blätter sind eng gelagert und ineinandergeschoben. Der Durchmesser der Kapillaren beträgt durchschnittlich 9 μ .

c. Die Verbindungsregion

Sie grenzt basal an die Labyrinthmittelregion und seitlich an die Labyrinthrand- und Randwulstregion. Am Korrosionspräparat ist sie erkennbar an büschelförmigen Gefäßverzweigungen, die teilweise weit über die Höhe der Randzone des Plazentoms hinausragen (Abb.31). Häufig finden sich Extravasate aus Injektionsmaterial.

Die Stammgefäße ziehen von der basalen Hauptgefäßlage meistens als einzelne Gefäßpaare in die Verbindungsregion ein (Abb.23, 13). Sie sind im Kaliber durchweg stärker als die Stammgefäße des Labyrinths. (Durchmesser: Arterien bis 2,0 mm, Venen bis 2,8 mm). Sie verlaufen entweder direkt durch die Labyrinthmittelregion (Abb.12, 32) oder aber über die Labyrinthrandregion (Abb.12). Erstere ziehen - indem sie Seitenverzweigungen in das Labyrinth abgeben - bis zum Ende der Labyrinthmittelregion. Hier breiten sie sich horizontal in alle Richtungen aus, also parallel zur Grenzlinie der beiden Regionen (Abb.32u.13). Der Hauptteil der Gefäßstämme geht jedoch über die Randregion des Labyrinths. Gemeinsam mit den Stammgefäßen dieser Region ziehen sie als einzelne Paare in unterschiedlichen Tiefenlagen über die Endaufzweigungen der Randregion hinaus zur Plazentommitte (Abb.22). Hier gliedern sie sich in Gefäßbäumen büschelartig auf (Abb.32u.33), und überlappen auch rückläufig die Randzone. Der fetale Gefäßanteil der Verbindungsregion besteht aus den Verzweigungen der einzelnen Stammgefäßpaare. Die Anzahl der in die Verbindungsregion ziehenden Stammgefäße ist - im Vergleich zu der des Labyrinths - gering. Hieraus ergibt sich eine überwiegend niedrigere Dichte fetaler Gefäße als in der Labyrinthregion. Daneben kommen Bezirke vor, die frei von fetalen Gefäßen sind. Je nachdem, ob bei Loslösung der Nachgeburt im Uterus verankerte fetale Gefäße abgerissen wurden oder sich Uterusgewebe ablöste, entstehen nach der Korrosionspräparation Extravasatbildung oder gut erhaltengebliebene Kapillarbezirke. Auffällig bei allen

Korrosionspräparaten sind kreisrunde, gefäßfreie "Kanäle" (Abb.35) mit Durchmessern bis zu 15 mm, die bis in die Labyrinthregion ziehen. Die Innenwandungen dieser höhlenartigen Kanäle sind so dicht mit fetalen Gefäßen der entsprechenden Region ausgekleidet, daß das Lumen eine "glatte" innere Oberfläche erhält. Die sich im Gefäßgewirr deutlich markierenden Kanäle enden sämtlich blind.

Die Kapillaren der Verbindungsregion unterscheiden sich in ihrer Anordnung von denen des Labyrinths. Kapillarbezirke der Verbindungsregion konnten nur an einem Nebenplazentom des afrikanischen Elefanten gefunden werden. Die Endverzweigungen verlaufen in langgestreckten, büschelartigen Formationen, wobei die Gefäße in der Verbindungsregion meist dicht nebeneinander liegen (Abb.36). Dagegen verzweigen sich die von denselben Gefäßstämmen in das Labyrinth entlassenen Seitenäste - wie sonst in der Labyrinthregion - in die Kapillarnetze. Aus ein und demselben Stammgefäßpaar entwickeln sich danach, den jeweiligen Regionen entsprechend, unterschiedliche Gefüge der Kapillaraufzweigungen. Für die Kapillarausgüsse der Verbindungsregion wurden Durchmesser von durchschnittlich $9\ \mu$ gemessen (Abb.30).

d. Die Randwulstregion

Sie wird gebildet aus einer dünnen Lage von Gefäßendigungen, die aus der Randzone der Plazentome ragen (Abb.37). Eine Grenze zu den Gefäßen der Labyrinthrandregion läßt sich im Korrosionspräparat nicht ziehen, da der Ursprung der Gefäße gleichfalls die Seitenverzweigungen der Stammgefäße des Labyrinths sind. Lediglich ihre veränderte Verlaufsrichtung gibt ein Unterscheidungsmerkmal. Während die Seitenäste der Labyrinthrandregion in Richtung Plazentommitte ziehen, wenden sich die Gefäße der Randwulstregion uteruswärts zur Randwulstoberfläche. Kapillarendaufzweigungen konnten nicht beobachtet werden.

VI. DISKUSSION =====

Die vorliegenden Untersuchungen der Gefäßarchitektur an der Placenta fetalis des Elefanten stellen weitgehend eine Bestätigung der bereits durchgeführten eingehenden histologischen Studien dar. Sie sind aber auch eine Ergänzung und bringen neue Gesichtspunkte.

Der Gefäßaufbau der Placenta fetalis erfolgt vornehmlich über ein Hauptplazentom, an dem die Mehrzahl der direkten Zuflüsse vom Nabelstrang ansetzen. Chapman (1880/1899), Cooper, Connell, Wellings (1964) u.a. unterscheiden rand- und mittelständige Einpflanzungen der Nabelstranggefäße auf der Plazentainnenseite. Ein Hauptgefäßpaar versorgt jedoch nicht bestimmte Abschnitte der Plazentome, sondern stellt durch flächenhafte Ausbreitung in der basalen Hauptgefäßlage grundsätzlich tiefe Gefäße für sämtliche Regionen des Plazentoms. Für Plazentome mit Einschnürungen (Hauptplazentom von E 2 und E 3, Abb.10, 11) trifft dies nicht uneingeschränkt zu. Ihre Teilabschnitte haben zumeist eigene Versorgungsgebiete.

Die Verzweigung der starken Allantochoriongefäße erfolgt stets unterschiedlich. Während Arterien und Venen in der basalen Hauptgefäßlage getrennt verlaufen, ziehen sie, im Durchmesser stark vermindert, und wieder zu Gefäßpaaren vereint, in die Labyrinthregion. Die Labyrinthregion wird von Assheton und Stevens (1905/1906) als Region B bezeichnet. Die Autoren beschreiben eine große Anzahl abgeflachter Bindegewebsplatten, die - vom Allantochorion kommend - sich nach allen Seiten hin wiederholt baumartig verzweigen. Viele Äste enden als schmale, flache Blätter in der Labyrinthregion, andere durchqueren sie und enden in dickeren, weniger flachen Blättern innerhalb der Verbindungsregion (Region C nach Assheton u. Stevens). Auch Boecker (1908) spricht von blattartigen, stark gefalteten und gekrümmten Zottenendigungen des Labyrinths, die in den von mir beschriebenen Kapillarblättern ihre funktionellen Gefäßstrecken haben.

Jedes Blatt besteht aus einem gewellten und verworfenen Netz von Kapillaren (Abb. 25-27). Die Blutversorgung der Placenta materna erfolgt nach Amoroso und Perry (1964) über Hauptuterinegefäße, von denen arterielle Äste in das Labyrinth abzweigen. Materne Gefäße ziehen also durch die Verbindungsregion in das Labyrinth. Die Äste geben in Intervallen kleinere Gefäße ab, die sich in die lamellenartigen Kapillarschlingen fortsetzen. Durch die Anordnung der Kapillarschlingen zwischen den Chorionzotten ergibt sich eine feste Verankerung von fetalem und maternem Gewebe. Nach Boecker befinden sich nur die größten uterinen Gefäße frei im Zottengewebe. Sie verschaffen sich Halt einerseits durch Entsendung von Kapillaren in das umliegende Gewebe, andererseits indem sich ihre Äste an die fetalen Zotten anlehnen und sich teilweise sogar in sie einsenken. Durch den Einstülpungsvorgang sind solche mütterlichen Gefäße mit einem Epithel umgeben. Die Verbindungsregion ist vorwiegend in der Mitte der Plazentome lokalisiert und enthält - im Vergleich zur Labyrinthregion - ein mehr aufgelockertes Gefäßgefüge, das viel Raum für materne Gewebeanteile läßt. Frühere Beschreibungen können insoweit bestätigt werden, als von der basalen Hauptgefäßlage kommende Gefäßstämme in Gefäßpaaren (Abb. 23 u. 32) die ganze Tiefe der Plazentome durchziehen, um sich nach Abgabe von Ästen an die Labyrinthregion in der Verbindungsregion horizontal auszubreiten (Assheton und Stevens). Die Mehrzahl dieser Gefäßstämme durchquert die Labyrinthrandregion und verläuft parallel zu deren Stammgefäßen (Abb. 13). Die relativ wenigen Gefäßstämme für die Verbindungsregion (Abb. 31) verlaufen in Chorionstielen - von denen in der Labyrinthregion auch Labyrinthlamellen ausgehen - und verzweigen sich in büschelförmige Gefäßbäume (Abb. 31), die in fingerförmigen, epithelbekleideten gelappten Zotten (Assheton und Stevens) mit einer Vielzahl von Kapillaren enden (Abb. 36). Die Zotten enden im allgemeinen in einem lockeren Detritus von zellreichem Gewebe. In das materne Bindegewebe treten außerdem größere Mengen Blut aus sich stets wieder schließenden

mütterlichen Kapillaren aus (Boecker). Der Stoffaustausch erfolgt danach im wesentlichen zwischen Extravasat und fetalen Gefäßen über das Chorionepithel. Auf das Vorhandensein von Gefäßstämmen noch längerer Zotten (Starck, 1959 spricht von "Haftzotten"), die bei der Loslösung der Nachgeburt abgerissen und möglicherweise in der Uteruswand verblieben sind (Assheton und Stevens), weist die abschnittsweise sehr umfangreiche Extravasatbildung aus Injektionsmaterial hin. Als Folge der Loslösung der Placenta fetalis vom Uterus, die teilweise durch Zerreißung des Gewebes oder durch Zerfall vor sich geht (Boecker), sind Kapillarendaufzweigungen in der Verbindungsregion im Korrosionspräparat nicht häufig dargestellt. Sie unterscheiden sich von den blattartigen der Labyrinthregion durch ihre fingerförmige Aufgliederung (vgl. Abb. 25-27 und Abb. 36, 30).

Amoroso und Perry sowie Ludwig und Baur (1967) berichten in ihren Untersuchungen an der Plazenta des afrikanischen Elefanten von einer "hämochorialen Randzone" und sehen in ihr eine Ähnlichkeit mit dem hämochorialen Randsaum der Carnivorenplazenta. Die im Frischpräparat gut abgesetzte Randwulstregion ist im Korrosionspräparat nur undeutlich als eine dünne Lage aus dem Plazentomrand ragender Gefäße erkennbar (Abb. 37). Ludwig und Baur sprechen von "Zotten, die in mit mütterlichem Blut oder dessen Abbauprodukten gefüllte Räume eintauchen". Diesen Zotten entsprechende Gefäßendaufzweigungen sind nicht zu beobachten.

Die in unterschiedlichen Größen die Labyrinth- und Verbindungsregion durchziehenden gefäßfreien "Kanäle" (Abb. 35) lassen auf maternalen Ursprung schließen. Ihr kreisrundes Lumen deutet auf festen Inhalt vor der Mazeration hin. Amoroso und Perry berichten von mütterlichen Gefäßen, in denen gegen Ende der Tragzeit eine "hyaline Umbildung" vor sich geht. Es seien fibrinoide Veränderungen, wodurch große Teile des maternalen Kapillarsystems im Labyrinth und viele der

großen afferenten maternalen Gefäße in der Verbindungszone mit konzentrischen Schichten amorphen Materials ausgefüllt und dadurch vollständig verschlossen würden. Gleichzeitig würde auch die Gefäßwand mitinfiltriert und teilweise ersetzt. Diese Gefäßumbildungen stellen sich im Korrosionspräparat als gefäßfreie Lumina dar. Amoroso und Perry halten diesen Prozeß am Ende des plazentaren Entwicklungsablaufes für ein Zeichen fortschreitender Inaktivierung mütterlich - fetaler Verbindung.

Der äußeren Form nach lagen von den vier untersuchten Elefantennachgeburten in drei Fällen eindeutig eine Placenta "makro"-cotyledonaria vor. Zwei Präparate wiesen drei, eines vier äußerlich voneinander getrennte Plazentome auf. Dies ist bemerkenswert, da Perry erstmals 1952 von einer Unterbrechung des Plazentagürtels spricht. Sämtliche Autoren vor ihm berichten ausschließlich von Gürtelplazenten mit oder ohne Einkerbungen. In Übereinstimmung mit Starck muß daher zumindest von einer Kombination zwischen Placenta zonaria und Placenta cotyledonaria gesprochen werden. Über die Entstehung wechselnder Plazentaformen können, mangels geeigneter Untersuchungsmöglichkeiten, bisher nur Vermutungen angestellt werden. Nach Ansicht von Amoroso und Perry entsteht die äußere Form der Plazenta in einer sehr frühen Phase durch unterschiedliche Einpflanzung der Allantoisgefäße an einer oder mehreren Stellen im Chorion. Bittner untersuchte eine vollständige Gürtelplazenta mit einer Einschnürung. Er sieht in der Lage der Einschnürungen gegenüber der Einpflanzung der Nabelstranggefäße ein allmähliches Zusammenwachsen des Gürtels aus einer Spange. Wahrscheinlicher erscheint aber die Entstehung der Placenta cotyledonaria aus der Placenta zonaria. Bei einer Tragzeit bis zu 22 Monaten ist es vorstellbar, daß mit zunehmender Ausdehnung anfängliche Einkerbungen im Plazentagürtel über Abschnürungen zur Plazentombildung führen. Am Korrosionspräparat der reifen Plazenta des indischen Elefanten lassen sich wiederholt die Anlagen unvollstän-

diger Plazentombildung erkennen. Es sind Einschnürungen in den Plazentomen, die sie in Unterabschnitte gliedern. Die Bildung dieser Abschnitte sowie die Entstehung der Plazentome selbst scheinen sich aus der jeweiligen Aufgliederung der Nabelstranggefäße und der Verteilung ihrer Insertionsstellen auf der Innenseite der Plazenta zu ergeben. Einschnürungen sind nie innerhalb des Ausbreitungsgebietes eines starken Gefäßpaares zu beobachten. Sie sind stets in Bereichen der basalen Hauptgefäßlage zu finden, wo durch weitere Gefäßaufgliederung schwache Gefäßausläufer vorhanden sind, weiterhin dort, wo derartige Ausläufer zweier Gefäßpaare aneinandergrenzen und als Stammgefäße uteruswärts in den Plazentomkörper ziehen. An diesen Grenzbereichen der Allantochoriongefäße scheint sich im fortschreitenden Wachstum die Trennung in Plazentome zu vollziehen.

Bittner beschreibt an einer Gürtelplazenta eines indischen Elefanten randständige, parallele Ringgefäße auf der Innenseite des Gürtels. Sie überkreuzten sich an einer Einschnürung gegenüber der Insertion des Nabelstranges. In der Hauptgefäßlage endständiger Nebenplazentome der Korrosionspräparate sind - wie bei Bittner - marginal verlaufende Arterien ausgebildet, die zur "Spangenöffnung" hin teilweise miteinander anastomosieren. Durch eine vorstellbare allmähliche Abschnürung an einer solchen Kreuzungsstelle in den frühen Wachstumsstadien ergäbe sich ein Gefäßbild, das dem in den endständigen Nebenplazentomen gleicht.

Auf Grund der geschilderten Beobachtungen an der reifen Plazenta erscheint die Entwicklung einer Placenta cotyledonaria aus einer Placenta zonaria während der Trächtigkeit nicht unwahrscheinlich.

VII. ZUSAMMENFASSUNG

=====

1. Korrosionsanatomische Untersuchungen an vier Elefantennachgeburten ergaben, daß der Plazentarbereich in Plazentome unterschiedlicher Anzahl aufgegliedert ist. Die Plazentaform ist daher als eine Placenta "makro"-cotyledonaria zu bezeichnen.
2. Die Aufgabelung der Nabelstranggefäße, ihre Einflanzungen auf der Innenseite der Plazentome sowie die Verzweigungen der Allantochoriongefäße sind jeweils unterschiedlich ausgebildet.
3. Anordnung und Verlauf der Stammgefäße der Labyrinth- und Verbindungsregion ergeben innerhalb der Plazentome eine charakteristische Gefäßarchitektur, die sich in allen vier Präparaten mit Abweichungen wiederholt.
Die Gefäßendaufzweigungen des Labyrinths haben die Form von mehr oder minder gewellten blattartigen Kapillarnetzen. Dagegen sind die Kapillaren der Verbindungsregion fingerförmig angeordnet.
4. Aus der Anordnung der Allantochoriongefäße auf der Plazentainnenseite sowie der Anlage von Plazentomeinschnürungen ist die Möglichkeit einer teilweisen Umbildung einer Placenta zonaria in eine Placenta cotyledonaria während der Trächtigkeit nicht auszuschließen.

VIII. ABBILDUNGEN

=====



Abb.1. Injektionsapparatur. Über eine Glaskanüle ist ein Nabelstranggefäß angeschlossen. Weitere Beschreibungen im Text.

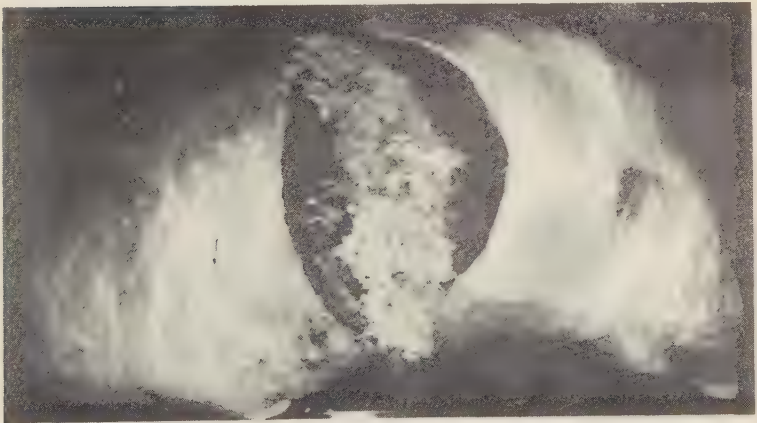


Abb.2a. Fruchtsack von Präparat E 1 (*Loxodonta afr.*). Lagerung unter der Wasseroberfläche. Die annähernd natürliche Form wurde durch Ausfüllen mit wassergefüllten Plastiksäcken erreicht. Vom Plazentarbereich ist ein endständiges Nebenplazentom sichtbar. Länge des Fruchtsackes 1,75 m.

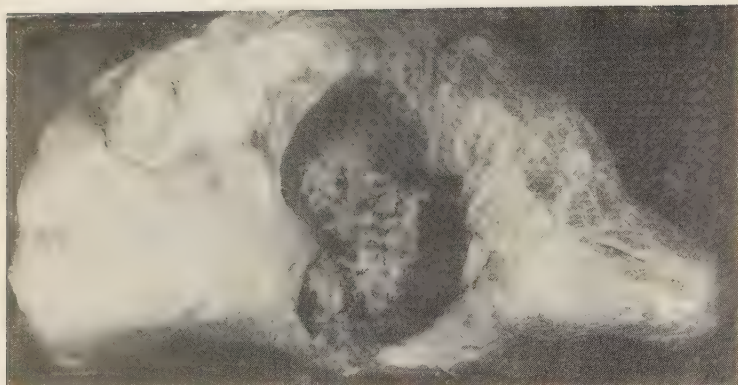


Abb. 2b. Fruchtsack von Präparat E 2 (*Elephas ind.*). Situation wie bei Abb. 2a. Sichtbar ist das Hauptplazentom. Länge des Fruchtsackes 1,55 m.

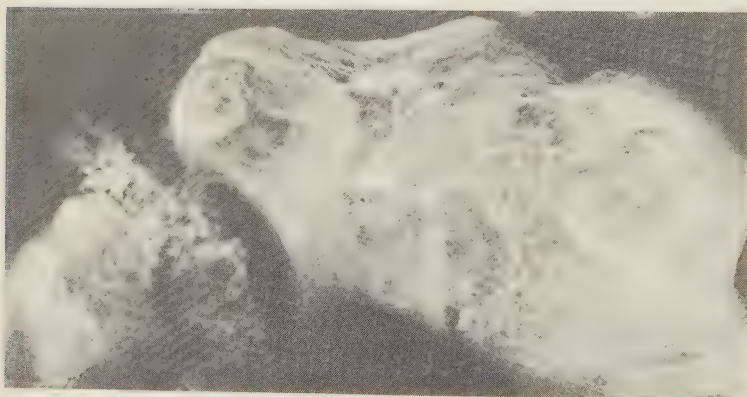


Abb. 2c. Fruchtsack von Präparat E 3 (*Elephas ind.*). Situation wie bei Abb. 2a. Deutlich ist die unterschiedliche Größe der Polsäcke zu erkennen. Länge des Fruchtsackes 1,65 m.



Abb. 3a. Korrosionspräparat E 1 (*Loxodonta* afr.),
9-fach verkleinert.



Abb. 3b. Korrosionspräparat E 2 (*Elephas* ind.), 3-fach verkleinert.



Abb. 3c. Korrosionspräparat E 3 (*Elephas* ind.), 5-fach
verkleinert.

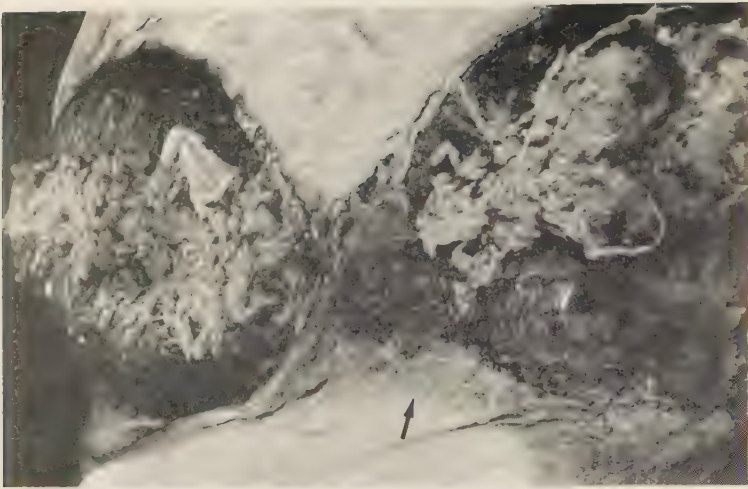


Abb.4. Präparat E 3 (Elephas ind.), Plazentarbereich. Der Pfeil kennzeichnet die Umrandung der Plazentome mit einer bröckeligen Gewebsmasse. Auf der Chorionoberfläche ist sie weitgehend abgelöst.



Abb.5. Schollenartige Auflagerungen am Polende von E 3 (Elephas ind.). Vergrößerung 2-fach.

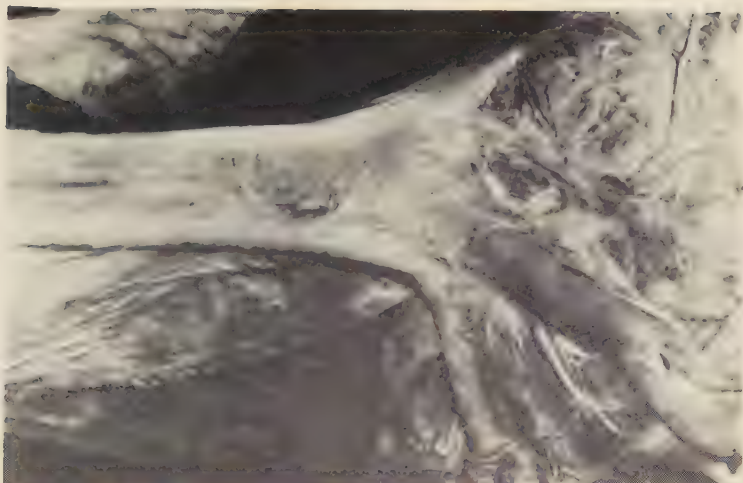


Abb. 6a. Einpflanzung einer Nabelstrangaufgabelung in die Innenseite des Hauptplazentoms von E 1 (*Loxodonta afr.*).

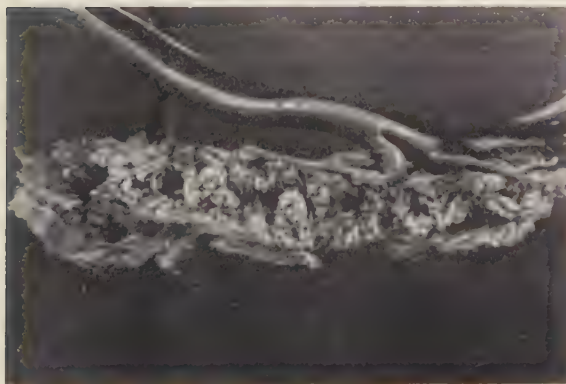


Abb. 6b. Insertion von Nabelstranggefäßen in das Hauptplazentom von E 1 (*Loxodonta afr.*). Vertikalschnitt. 3-fach verkleinert.

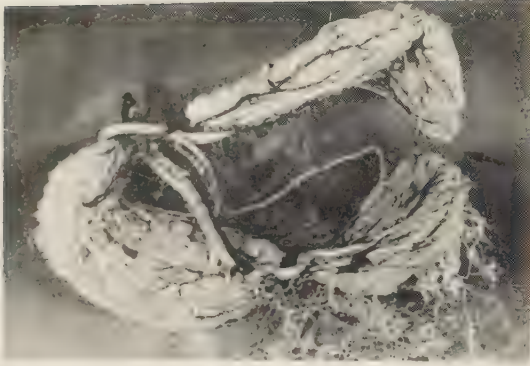


Abb. 7. Spangenform des Plazentarbereiches von E 1 (Loxodonta afr.). Pfeil: "Spangenöffnung".



Abb. 8. Hauptplazentom von E 3 (Elephas ind.). Die Einschnürung betrifft vorwiegend die Randzone (Pfeil), während die Mittelzone durchgehend verläuft



Abb. 9. Präparat E 1 (*Loxodonta afr.*), Plazentarebereich, Allantoisseite. Aufgabelung der Aa. u. V. umbilicales und Verzweigungen ihrer starken Gefäße in der basalen Hauptgefäßlage der Plazentome. Halbschematisch. Arterien: schwarz, Venen: grau. Die Abstände der Plazentome sowie der Nabelstranggefäßpaare voneinander entsprechen nicht den natürlichen Verhältnissen.



Abb.10. Präparat E 2 (*Elephas ind.*), Plazentarbereich, Allantoisseite. Halbschematisch. Arterien: schwarz, Venen: grau. Die gestrichelten Linien deuten die Untergliederung des mittelständigen Hauptplazentoms an. Weitere Erläuterungen s. Legende zu Abb. 9.



Abb.11. Präparat E 3 (*Elephas ind.*), Plazentarbereich, Allantoisseite. Halbschematisch. Arterien: schwarz, Venen: grau. Die Pfeile sollen auf den hier bestehenden Gefäßzusammenhang hinweisen. Weitere Erläuterungen s. Legende zu Abb. 9.

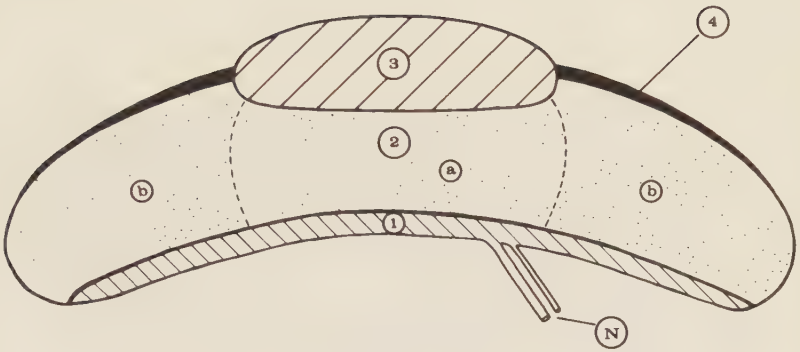


Abb.12. Schemazeichnung der fetalen Gefäßregionen eines Plazentoms in Anlehnung an Amoroso und Perry. Vertikalschnitt. Nabelstranggefäße (N), Basale Hauptgefäßlage (1), Labyrinthregion (2) mit Mittelregion (a) und Randregion (b), Verbindungsregion (3), Randwulstregion (4).



Abb.13. Schemazeichnung über den Verlauf der Stammgefäßpaare innerhalb eines Plazentoms. Vertikalschnitt. Die starken Gefäßpaare stellen die Stammgefäße der Verbindungsregion dar.



Abb. 14. Nebenplazentom von Präparat E 4 (*Elephas ind.*) mit Einkerbungen (Pfeile). 3-fach verkleinert.

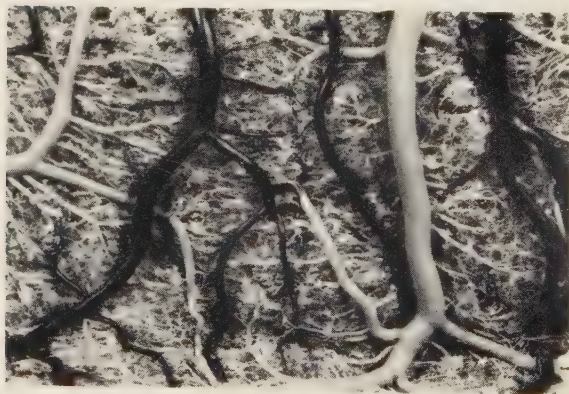


Abb. 15. Nebenplazentom von E 1 (*Loxodonta afr.*). Basale Hauptgefäßlage, Allantoisseite. Einsenkung der Stammgefäße für Labyrinth- und Verbindungsregion. Natürliche Größe.



Abb.16. Endständiges Nebenplazentom und Teil des Hauptplazentoms von E 1 (*Loxodonta afr.*), Aufgliederung der Allantochoriongefäße in der basalen Hauptgefäßlage, Allantoisseite. Abgänge von Versorgungszweigen für die Polsäcke (Pfeil).

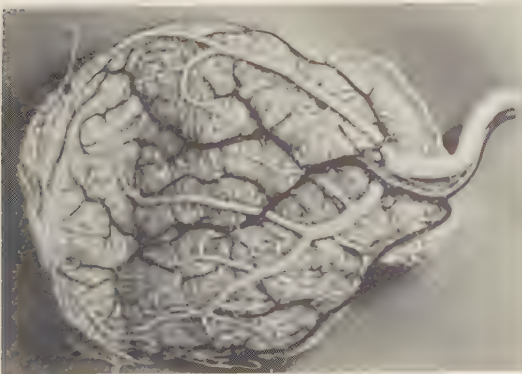


Abb.17. Endständiges Nebenplazentom von E 1 (*Loxodonta afr.*), Allantoisseite. Verteilung der Allantochoriongefäße in der basalen Hauptgefäßlage. 1/4 der Originalgröße. Der Knick im Präparat(Pfeil) ist ein präparatorischer Fehler.

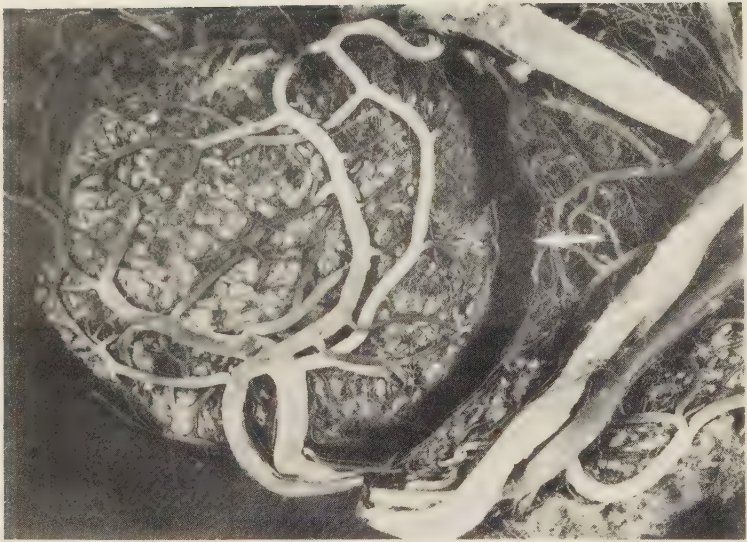


Abb.18. Apikaler Plazentomabschnitt des Hauptplazentoms von E 2(El-e-phas ind.), Allantoisseite. Er wurde einige Zentimeter vom Hauptplazen-tom abgezogen (Pfeil), um seine Selbständigkeit deutlich zu machen. Ver-größerung 0,7-fach.

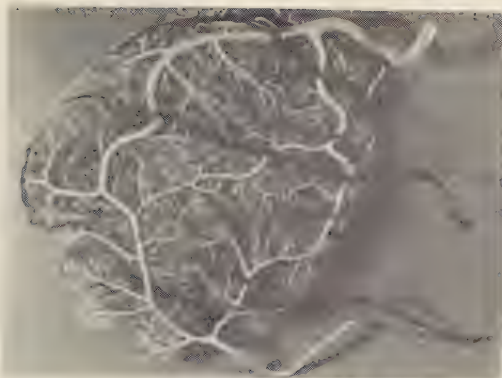


Abb.19. Nebenplazentom von Präparat E 4 (*Elephas ind.*). Basale Hauptgefäßlage, Allantoisseite.

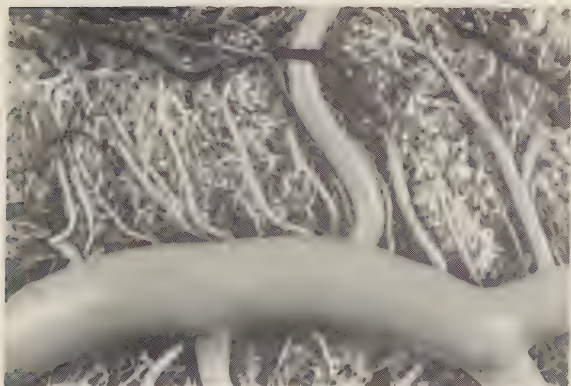


Abb.20. Nebenplazentom von E 1 (*Loxodonta africana*), Allantoisseite. Beispiel plazentaseitiger Gefäßabgänge einer starken Vene. Vergrößerung 1,3-fach.



Abb. 21. Nebenplazentom von E 1 (*Loxodonta africana*), Allantoisseite. Wiederholtes Gefäßbild fingerförmiger Verzweigungen.

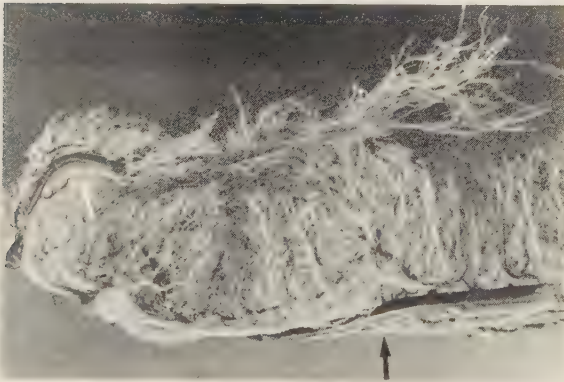


Abb. 22. Präparat E 4 (*Elephas ind.*), Nebenplazentom, Vertikalschnitt. Abgänge und Verlauf der Stammgefäße für die Labyrinthregion von starken Gefäßen der basalen Hauptgefäßlage. Allantoisseite (schwarzer Pfeil), Stammgefäßpaar für die Verbindungsregion (weißer Pfeil), das durch die Labyrinthrandregion zieht. Gefäßendaufzweigungen konnten bei Präparat E 4 nicht dargestellt werden.



Abb. 23. Vertikalschnitt durch ein Nebenplazentom von E 2 (*Elephas ind.*). Durch die Labyrinthregion zieht ein Stammgefäßpaar der Verbindungsregion (Pfeil). Kapillargebiete sind hier unvollständig dargestellt.

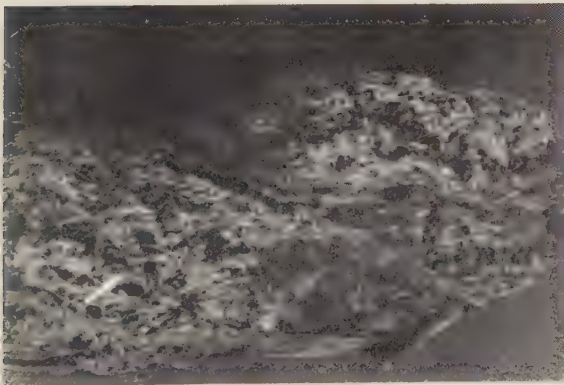


Abb. 24. Nebenplazentom von E 3 (*Elephas ind.*), Vertikalschnitt. "Gefäßfreie Kanäle" als Löcher (Pfeil) erkennbar.

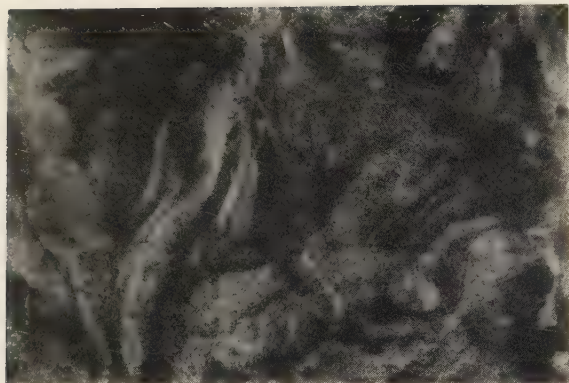


Abb. 25. Präparat E 3 (Elephas ind.), Nebenplazentom.
In sich verdrehte und gewellte Blätter aus Kapillaren.
Labyrinthregion, Vergrößerung 24-fach.

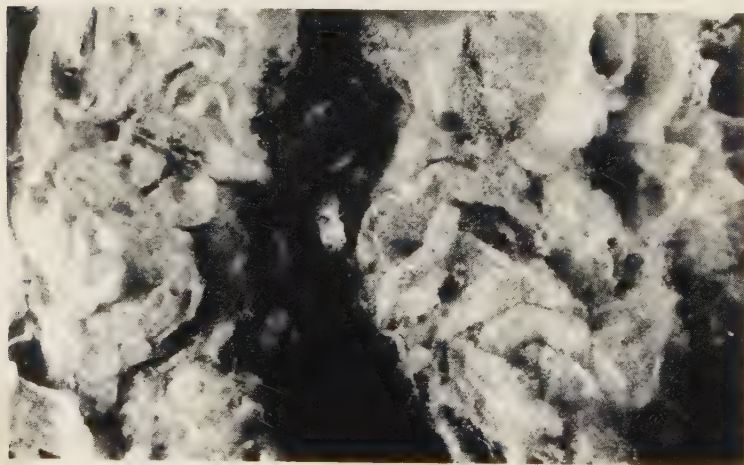


Abb. 26. Präparat E 2 (Elephas ind.), Hauptplazentom. Kapillargebiete
der Labyrinthregion. Vergrößerung 31-fach.

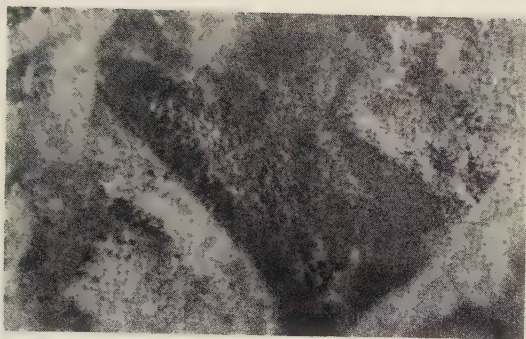


Abb. 27a. Labyrinthregion, *Elephas indicus*. Kapillarmaschen. Vergrößerung 50-fach.

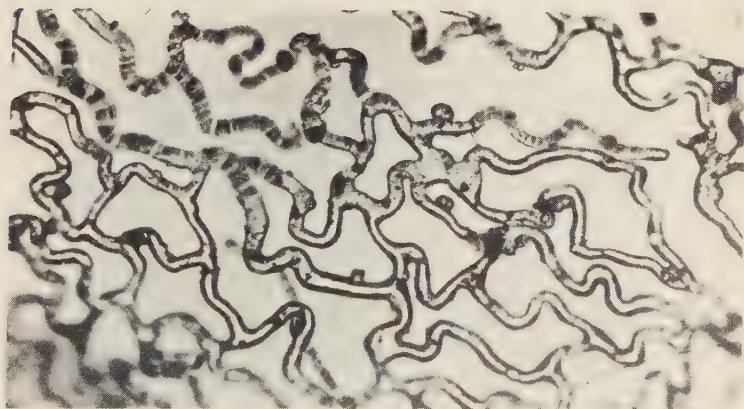


Abb. 27b. Labyrinthregion, *Elephas indicus*. Netzartige Verzweigung der Kapillaren in einem Kapillarblatt. Vergrößerung 320-fach.

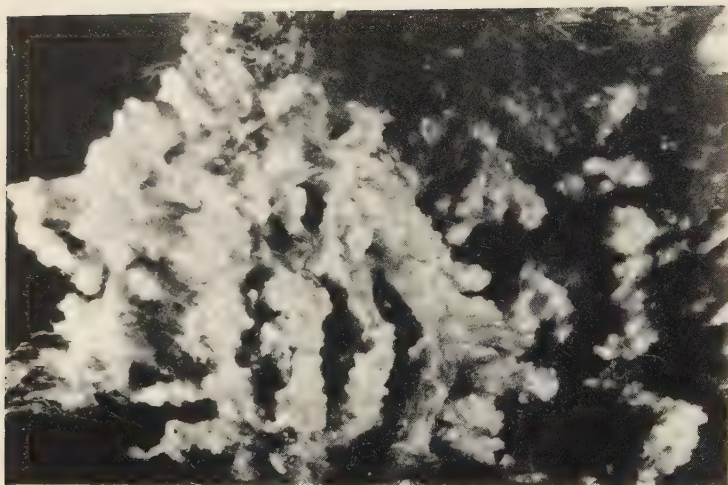


Abb.28. Das mütterliche intervillöse Kapillarsystem von *Loxodonta africana* im Korrosionspräparat. Vergrößerung 4-fach.

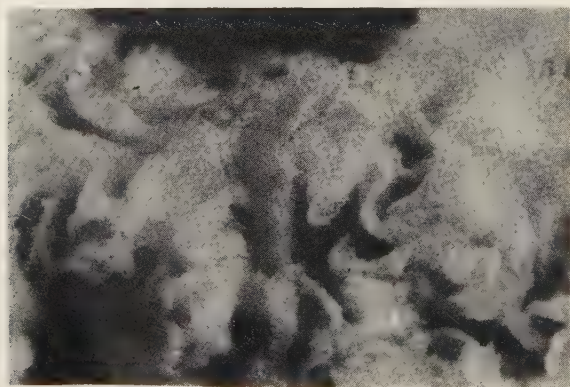


Abb.29. Dasselbe Präparat, das auch Abb.28 zeigt. Vergrößerung 30-fach.

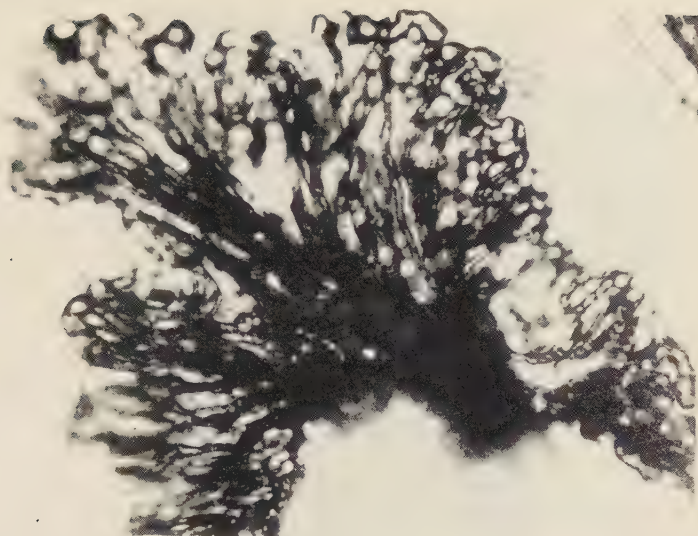


Abb.30. Verbindungsregion, Nebenplazentom (*Loxodonta afr.*). Fingerförmige Kapillaraufzweigungen, Vergrößerung 150-fach.

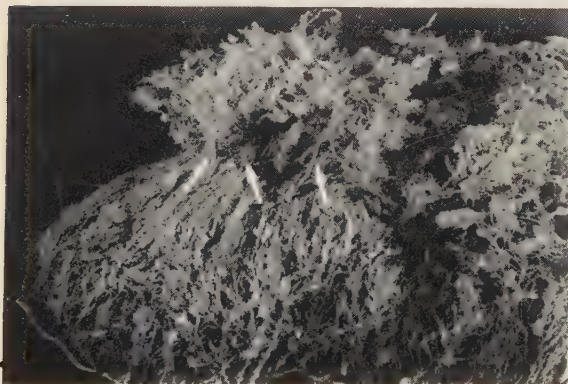


Abb.31. Nebenplazentom von E 1 (*Loxodonta afr.*), Plazentomrand- und Verbindungszone. Stammgefäßpaare (Pfeil), die durch die Labyrinthrandregion in die Verbindungsregion ziehen und sich hier büschelartig aufzweigen.



Abb. 32. Hauptplazentom von E 1 (*Loxodonta afr.*). Vertikalschnitt, Blick von der Allantoisseite (unterer Bildabschnitt). Stammgefäße ziehen durch die Labyrinthmittelregion und verzweigen sich in der Verbindungsregion horizontal in alle Richtungen. Natürliche Größe.

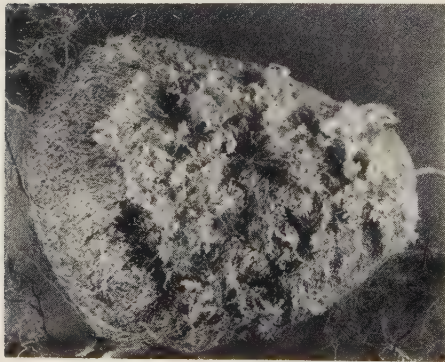


Abb. 33. Endständiges Nebenplazentom von E 1 (*Loxodonta afr.*). Uterusseitige Plazentomoberfläche. Plazentommitte: Büschelförmige Gefäßverzweigungen der Verbindungsregion. In der Tiefe: Labyrinthmittelregion (Pfeil).

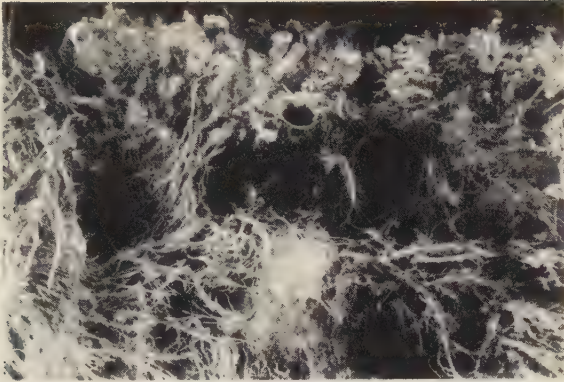


Abb.35. Hauptplazentom von E 2 (*Elephas ind.*). "Gefäßfreie Kanäle" in der Verbindungsregion (Uterusseite dem Betrachter zugewendet). Endaufzweigungen sind nicht dargestellt. Vergrößerung 1,7-fach. (Vgl. auch Abb. 24).

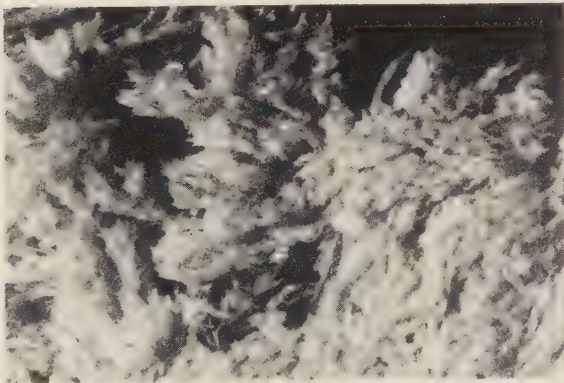


Abb.36. Nebenplazentom von E 1 (*Loxodonta afr.*). Büschelartige Endaufzweigungen in der Verbindungsregion. Vergrößerung 6-fach.

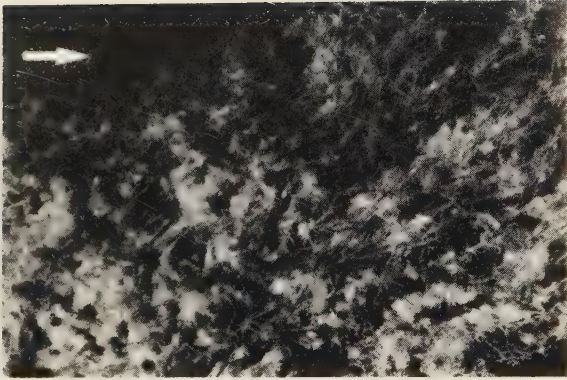


Abb. 37. Hauptplazentom von E 3 (Elephas ind.). Uterusseitige Gefäßlage der Randwulstregion (Pfeil). Gefäßendaufzweigungen dieser Region sind nicht dargestellt. Vergrößerung 3, 5-fach.

IX. LITERATURVERZEICHNIS

=====

Amoroso, E.C. and Perry, J.S.:

The foetal membranes and placenta of the African elephant (*Loxodonta africana*).

Phil. Trans. Roy. Soc., London (Ser. B) 248, 1-34 (1964)

Assheton, R. and Stevens, T.G.:

Notes on the structure and the development of the elephant's placenta.

Quart. J. Micr. Sci., 49, 1-37 (1905/1906)

Beddard, F.E.:

Report on the birth of an Indian elephant in the Society's menagerie.

Proc. Zool. Soc., London, 320-323 (1902)

Bittner, H.:

Beobachtungen an den reifen Eihäuten des indischen Elefanten.

Baum-Festschrift, 53-63, Schaper-Verlag, Hannover (1929)

Boecker, E.:

Zur Kenntnis des Baues der Plazenta von *Elephas indicus* L.

Arch. Mikrosk. Anat. 71, 297-323 (1908)

Chapman, H.C.:

The placenta and the generative apparatus of the elephant.

J. Ac. Nat. Sci.: Philadelphia (Ser. 2) 8, 413-422 (1880)

Cooper, R.A., Connell, R.S., Wellings, S.R.:

Placenta of the Indian elephant, *Elephas indicus*.

J. Am. Ass. Adv. Sci. 146, 410 u. 411 (1964)

Ludwig, K.S. und Baur, R.:

Zur Struktur der Geburtsplacenta und der unreifen
Placenta des afrikanischen Elefanten (*Loxodonta africana*).
Acta Anat. 68, 612 (1967)

Owen, R.:

Description of the foetal membranes and placenta of
the elephant (*Elephas indicus*, Cuv.) with remarks on
the value of the placental characters in the classification
of the mammalia.
Phil. Trans. Roy. Soc., London (Ser. B) 147, 347-353 (1857)

Perry, J.S.:

The reproduction of the African elephant, *Loxodonta
africana*.
Phil. Trans. Roy. Soc., London (Ser. B) 237, 93-149 (1953)

Starck, D.:

Ontogenie und Entwicklungsphysiologie der Säugetiere.
Walter de Gruyter u. Co.-Verlag, Berlin (1959)

Besonders danke ich Herrn Prof. Dr. H.G. Lemtis für die
hilfreiche Beratung in der Methodik, sowie Frau G. Burchard
und allen Angehörigen der Fachrichtung Veterinär -Histologie
und -Entwicklungslehre, die mir mit Rat und Tat zur Seite standen.

Lebenslauf

Am 26. April 1939 wurde ich als drittes Kind des Studienrats Dr. Erich Kerl und seiner Frau Charlotte, geb. Walk in Berlin geboren.

Im Herbst 1945 wurde ich in der 14. Grundschule in Berlin-Grunewald eingeschult, die ich sechs Jahre besuchte. Mit Beginn des 7. Schuljahres (Sommer 1951) kam ich zur Walther-Rathenau-Schule in Berlin-Grunewald, wo ich nach weiteren 7 Schuljahren am 3. März 1958 meine Reifeprüfung ablegte.

Ab Sommer 1958 bis Herbst 1965 studierte ich Rechtswissenschaften und Volkswissenschaften an den Universitäten Bonn, FU Berlin und Marburg/Lahn.

Im SS 1966 schrieb ich mich in der Veterinärmedizinischen Fakultät der FU Berlin ein. Nach 10 Semestern schloß ich im Sommer 1971 das Studium mit dem 3. Abschnitt der tierärztlichen Prüfung ab.

Nach dem Examen war ich ein Jahr als Assistent im Institut für Tierproduktion des Fachbereiches Landwirtschaftliche Entwicklung der TU Berlin tätig. Seit Frühjahr 1972 bin ich in der Fleischhygiene am Vieh- und Schlachthof Berlin-Spandau beschäftigt.

